

**UJI KUAT TEKAN *PAVING BLOCK* MENGGUNAKAN CAMPURAN
TANAH DAN KAPUR DENGAN ALAT PEMADAT MODIFIKASI**

(Skripsi)

Oleh

DIAH LARASATI



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

UJI KUAT TEKAN *PAVING BLOCK* MENGGUNAKAN CAMPURAN TANAH DAN KAPUR DENGAN ALAT PEMADAT MODIFIKASI

Oleh

Diah Larasati

Paving block banyak digunakan masyarakat sebagai konstruksi bangunan, khususnya untuk perkerasan jalan lingkungan, pekarangan, trotoar, tempat parkir, dan lain-lain. Penggunaan material penyusun utama *paving block* seperti semen dan pasir relatif mahal. Maka pada penelitian ini akan memberikan alternatif lain dengan menggunakan campuran tanah dan kapur.

Sampel tanah yang diuji berasal dari Kota Baru, Lampung Selatan, dengan variasi kadar campuran yang digunakan yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dan waktu pemeraman selama 14 hari, serta dengan perlakuan tanpa pembakaran dan dengan pembakaran yang kemudian akan dilakukan uji kuat tekan dan daya serap air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan paling optimum terjadi pada campuran 15% dan terjadi penurunan pada campuran 20%. Penambahan persentase kapur $\leq 15\%$ mengakibatkan penambahan kuat tekan *paving block*, sedangkan penambahan persentase kapur 20% mengakibatkan penurunan kuat tekan *paving block*. Nilai kuat tekan tanpa pembakaran masih belum memenuhi spesifikasi SNI 03-0691-1996, sedangkan *paving blok* dengan pembakaran dengan kadar kapur 15% sudah masuk dalam klasifikasi mutu D. Nilai uji daya serap air belum memenuhi spesifikasi dari *paving block* SNI 03-0691-1996 yaitu berkisar 3%-10%.

Kata kunci: Paving block, kapur, kuat tekan, daya serap air

ABSTRACT

COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF PAVING BLOCKS BY USING A MIXTURE OF SOIL AND LIME WITH MODIFICATION COMPACTOR

By

Diah Larasati

Paving blocks are widely used as a public building construction, especially for paving roads, yards, sidewalks, parking lots, etc. The use of main materials such as cement and sand is relatively expensive. So this study will provide another alternative by using a mixture of soil and lime.

Soil samples tested were from Kota Baru, South Lampung, with variations in the value of the mixture used are 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% and the curing time is 14 days, as well as with and without burning treatment which will then the compressive strength and water absorption will be tested.

The results showed that the compressive strength occurs at the most optimal mixture of 15% and a decline in a mixture of 20%. The addition of lime percentage $\leq 15\%$ resulted in the addition of compressive strength of paving blocks, while the addition of lime percentage of 20% resulted in a decrease in the compressive strength of the paving blocks. The compressive strength without burning still not meet the specifications of SNI 03-0691-1996, while paving blocks with burning the lime content of 15% is already included in the classification of the quality of D. Water absorption test values not meet the specifications of paving blocks in SNI 03-0691-1996 which ranges from 3% - 10%.

Keywords: Paving blocks, lime, compressive strength, water absorption

**UJI KUAT TEKAN *PAVING BLOCK* MENGGUNAKAN CAMPURAN
TANAH DAN KAPUR MENGGUNAKAN ALAT PEMADAT
MODIFIKASI**

Oleh

DIAH LARASATI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

: **UJI KUAT TEKAN *PAVING BLOCK*
MENGUNAKAN CAMPURAN TANAH DAN
KAPUR DENGAN ALAT PEMADAT
MODIFIKASI**

Nama Mahasiswa

: **Diah Larasati**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1215011028

Program Studi

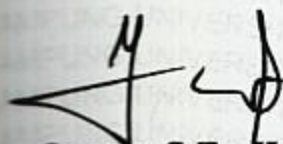
: Teknik Sipil

Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Iswah, S.T., M.T.

NIP 19720608 200501 1 001



Ir. Setyanto, M.T.

NIP 19550830 198403 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil



Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.

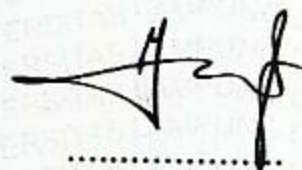
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

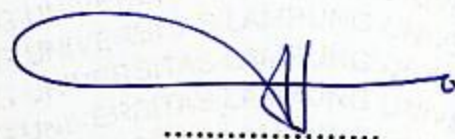
Ketua

: **Iswan, S.T., M.T.**



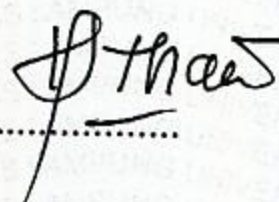
Sekretaris

: **Ir. Setyanto, M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Lusmellia Afriani, DEA**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **29 Maret 2016**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Uji Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah dan Kapur dengan Alat Pemadat Modifikasi adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 29 Maret 2016

Pembuat Pernyataan



Diah Larasati

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Wonoharjo pada tanggal 14 Juli 1994, sebagai anak tunggal dari Bapak Sadjadi (Alm.) dan Ibu Isnaini.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Darma Wanita Wonoharjo diselesaikan pada tahun 2000, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD N 1 Wonoharjo pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2009 di SMP N 1 Sumberejo, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA N 1 Sumberejo pada tahun 2012. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2012 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Tertulis.

Penulis telah melakukan Kerja Praktik (KP) pada Proyek Pembangunan Hotel Zodiak Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Margodadi, Kecamatan Tumijajar, Kabupaten Tulang Bawang Barat selama 60 hari pada periode Juli-September 2015. Penulis

mengambil tugas akhir dengan judul Uji Kuat Tekan *Paving Block* Menggunakan Campuran Tanah dan Kapur dengan Alat Pemadat Modifikasi.

Selama menjadi mahasiswi penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan pada periode tahun 2013-2014.

Persembahan

Untuk Ayah yang selalu aku rindukan dan Ibu yang tercinta yang selalu mendoakan dan mendukungku dalam segala hal.

Untuk kakak-kakakku Uwik dan Dodon yang selalu memberikan semangat untukku.

Untuk saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan dan doa.

Untuk semua teman-temanku di sekolah, di kampus, dan di manapun kalian berada. Terima kasih sudah hadir dan memberikan warna dihidupku.

Untuk semua guru-guru dan dosen-dosen yang telah mengajarkan banyak hal kepadaku. Terima kasih untuk ilmu, pengetahuan, dan pelajaran hidup yang sudah diberikan.

Untuk teman-teman spesialku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2012. Kalian luar biasa.

MOTTO

Apabila Anda berbuat kebaikan kepada orang lain, maka Anda telah
berbuat baik terhadap diri sendiri.

(Benyamin Franklin)

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya
bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari
sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan
hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.

(QS. Al-Insyirah,6-8)

Aku percaya bahwa apapun yang aku terima saat ini adalah yang terbaik
dari Tuhan dan aku percaya Dia akan selalu memberikan yang terbaik
untukku pada waktu yang telah Ia tetapkan

(Anonim)

Tanpa ilmu dan pengetahuan, kita seperti dilorong gelap yang dipaksa
untuk berjalan

(Anonim)

Lakukan yang terbaik, bersikaplah yang baik maka kau akan menjadi orang
yang terbaik

(Anonim)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Uji Kuat Tekan *Paving Block* Menggunakan Campuran Tanah dan Kapur dengan Alat Pemadat Modifikasi. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Atas terselesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Iswan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi saya yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi saya yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
5. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., selaku Dosen Penguji skripsi saya atas bimbingannya dalam seminar skripsi.
6. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.

7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
8. Keluargaku tercinta terutama orang tuaku, Sadjadi (Alm.) dan Isnaini, kakakku Uwik Istiati dan Dodon Istiadi, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa.
9. Teman-teman spesialku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2012, Eddy, Susi, Mutiara, Ratna, Sherli, Vidya, Flo, Danu, Restu, Bagus, Pras, Andriyana, Andriansyah, Risqon, Vera, Merida, Tasia, Philipus, George, Lexono, Kevin, Febrian, Fita, Icha, Ikko, Della, Rizca, Milen, Lidya, Windy, Meutia, Dea, Martha, Tiffany, Selvia, Respa, Amor, Feby, Tyka, Zaina, Ana, Cindy, Rahmi, Aini, Hasna, Mutya, Arra, Ratih, Dita, Citra, Anca, Arya, Faizin, Firdaus, Giwa, Hedi, Hermawan, Ariansyah, Lutfi, Naufal, Made, Adit, Susanto, Wahyuddin, Oktario, Rahmat, Taha, Arga, Robby, Soleh, Yota, Yudi, Ical, Yance, Abi, Aziz, Aden, Afif, Aryodi, Datra, Edwin, Fadli, Fajar, Fazri, Fikri, Yuda, Rinaldi, Indrawan, Anugrah, Ginanjar, Reno, Rio, Tristia, Victor, Wiwid, Yogi, seluruh kakak-kakak, dan adik-adik yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, Maret 2016

Penulis

Diah Larasati

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	v
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. <i>Paving Block</i>	5
B. Tanah.....	8
C. Tanah Lempung	16
D. Kapur.....	19
E. Air	21
F. Penelitian Terdahulu	21
III. METODE PENELITIAN	26
A. Bahan Penelitian	26
B. Metode Pengambilan Sampel	26
C. Metode Pembuatan Sampel dengan Campuran Tanah dan Kapur.....	27
D. Pelaksanaan Pengujian	28
E. Alat Pemadat Modifikasi	34
F. Urutan Prosedur Penelitian	36
G. Analisis Hasil Penelitian	37
H. Diagram Alir Penelitian	38

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	39
1. Pengujian Kadar Air	40
2. Pengujian Berat Jenis	40
3. Pengujian Batas <i>Atterberg</i>	40
4. Pengujian Analisis Ukuran Butiran Tanah	40
5. Pengujian Pemadatan Tanah	43
B. Klasifikasi Tanah Asli	44
1. Sistem Klasifikasi AASHTO	44
2. Sistem Klasifikasi USCS	45
C. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Campuran	46
D. Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	48
1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Tanpa Pembakaran	49
2. Hasil Pengujian Kuat Tekan dengan Pembakaran	53
3. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Tanpa dan Dengan Pembakaran	56
E. Hasil Pengujian Daya Serap Air	58
 V. PENUTUP	 62
A. Kesimpulan	62
B. Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

LAMPIRAN E

LAMPIRAN F

LAMPIRAN G

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Nilai-Nilai Batas <i>Atterberg</i> untuk Subkelompok Tanah	16
Gambar 2.2	Grafik Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	22
Gambar 2.3	Grafik Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Tanpa Pembakaran	24
Gambar 2.4	Grafik Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Pasca Pembakaran	25
Gambar 3.1	Sketsa Alat Pemadat Modifikasi	35
Gambar 3.2	Alat Pemadat Modifikasi.....	35
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1	Grafik Hasil Analisa Ukuran Butiran Tanah.....	42
Gambar 4.2	Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas untuk Kelompok Tanah Berdasarkan Sistem AASHTO	44
Gambar 4.3	Rentang dari Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) untuk Kelompok Tanah.....	46
Gambar 4.4	Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Rerata <i>Paving Block</i> Tanpa Pembakaran.....	51
Gambar 4.5	Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Rerata <i>Paving Block</i> Dengan Pembakaran.....	55
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Nilai Kuat <i>Paving Block</i> Tekan Tanpa Pembakaran dan Dengan Pembakaran.....	57
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Daya Serap Air dengan Setiap Campuran.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kekuatan Fisik <i>Paving Block</i>	6
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	9
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS	11
Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	13
Tabel 2.5 Tanah Berbutir Kasar	14
Tabel 2.6 Tanah Berbutir Halus	14
Tabel 2.5 Ukuran Butir Sistem Klasifikasi AASHTO	15
Tabel 2.8 Komposisi Campuran <i>Paving Block</i> Tanah, Kapur, dan Abu Sekam Padi	22
Tabel 2.9 Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Rata-Rata Campuran Tanah, Kapur, dan Abu Sekam Padi Tanpa Pembakaran.....	22
Tabel 2.10 Komposisi Campuran <i>Paving Block</i> Tanah dan Kapur	23
Tabel 2.11 Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Rata-Rata Campuran Tanah dan Kapur Tanpa Pembakaran	23
Tabel 2.12 Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Rata-Rata Campuran Tanah dan Kapur Pasca Pembakaran	24
Tabel 3.1 Komposisi Campuran <i>Paving Block</i> Tanah dan Kapur	27
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i>	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Analisis Saringan	41

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Hidrometri	42
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Tanah Asli	43
Tabel 4.5 Hasil Uji Pemadatan Tanah Campuran	47
Tabel 4.6 Hasil Uji Pemadatan Tanah <i>Modified</i>	48
Tabel 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Tanpa Pembakaran Sampel 1.....	49
Tabel 4.8 Hasil Uji Kuat Tekan Tanpa Pembakaran Sampel 2.....	50
Tabel 4.9 Hasil Uji Kuat Tekan Tanpa Pembakaran Sampel 3.....	50
Tabel 4.10 Hasil Uji Kuat Tekan Tanpa Pembakaran Sampel 4.....	50
Tabel 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Tanpa Pembakaran Sampel 5.....	50
Tabel 4.12 Hasil Uji Kuat Tekan dengan Pembakaran Sampel 1	53
Tabel 4.13 Hasil Uji Kuat Tekan dengan Pembakaran Sampel 2	53
Tabel 4.14 Hasil Uji Kuat Tekan dengan Pembakaran Sampel 3	54
Tabel 4.15 Hasil Uji Kuat Tekan dengan Pembakaran Sampel 4	54
Tabel 4.16 Hasil Uji Kuat Tekan dengan Pembakaran Sampel 5	54
Tabel 4.17 Perbandingan Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Tiap Perlakuan	56
Tabel 4.18 Hasil Uji Daya Serap Sampel 2.....	59
Tabel 4.19 Hasil Uji Daya Serap Sampel 3.....	59
Tabel 4.20 Hasil Uji Daya Serap Sampel 4.....	59
Tabel 4.21 Hasil Uji Daya Serap Sampel 5.....	60

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Paving block atau bata beton adalah suatu komponen bahan bangunan yang dibuat dari bahan campuran semen *portland* atau bahan perekat lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lain yang tidak mengurangi mutu *paving block* tersebut. (SNI-03-0691-1996).

Pada saat ini *paving block* banyak digunakan masyarakat sebagai konstruksi bangunan, khususnya untuk perkerasan jalan lingkungan, pekarangan, trotoar, tempat parkir, dan lain-lain. *Paving block* banyak digunakan karena dapat menahan beban dalam batasan tertentu dan mudah dalam pekerjaan pemasangan. Selain keuntungan tersebut, *paving block* juga lebih baik dibandingkan perkerasan lainnya ditinjau dari segi ekonomis pemeliharaannya, segi artistik eksterior sebuah bangunan, tidak memerlukan alat berat, serta dapat diproduksi secara massal, juga bila dipandang dari segi kelestarian lingkungan sebagai sistem penyerapan air.

Penggunaan material penyusun utama *paving block* seperti semen dan pasir relatif mahal. Untuk itu, peneliti mencoba menggunakan bahan tanah

lempung dan bahan *additive* seperti kapur sebagai bahan pengganti bahan utama *paving block* tersebut, dimana tanah lempung dapat distabilisasi dengan mencampur material berupa kapur, maka tanah lempung dipilih sebagai bahan utama dari pembuatan *paving block*. Cara yang dilakukan yaitu menentukan komposisi campuran yang tepat dengan menggunakan bahan tambahan kapur.

Dalam penelitian ini menggunakan alat pemadat modifikasi yang diharapkan dapat menghasilkan produk *paving block* yang sesuai dengan standar mutu. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui tekanan press yang optimal dalam pembuatan *paving block*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kapur yang digunakan pada proses pembuatan *paving block*?
2. Apakah *paving block* dengan campuran tanah dan kapur dengan berbagai variasi dapat memenuhi mutu yang disyaratkan?
3. Bagaimana karakteristik *paving block* campuran tanah dan kapur tanpa pembakaran dan dengan pembakaran dilihat dari nilai kuat tekan dan daya serap air?

C. Batasan Masalah

1. Tanah yang berasal dari pabrik pembuatan batu bata yang berada di Kota Baru, Lampung Selatan.
2. Bahan pencampur yang digunakan adalah kapur biasa yang digunakan untuk bangunan.
3. Pengujian karakteristik tanah berupa:
 - a. Uji kadar air
 - b. Uji analisis saringan
 - c. Uji berat jenis
 - d. Uji batas *atterbeng*
 - e. Uji pemadatan tanah
 - f. Uji Hidrometri
4. Penambahan campuran dilakukan dalam 5 kondisi, yaitu:
 - Campuran 1 = 0% kapur + 100% tanah
 - Campuran 2 = 5% kapur + 95% tanah
 - Campuran 3 = 10% kapur + 90% tanah
 - Campuran 4 = 15% kapur + 85% tanah
 - Campuran 5 = 20% kapur + 80% tanah
5. Jenis cetakan *paving block* berupa segi empat dengan panjang sisi 20 cm, lebar 10 cm dan tebal 6 cm.
6. Penggunaan alat pemadat modifikasi dengan tekanan press yang optimal yang diharapkan mendapatkan mutu *paving block* yang lebih baik.
7. Pemeraman selama 14 hari dan pembakaran selama 48 jam.
8. Pengujian *paving block* terdiri dari uji kuat tekan dan daya serap air.

9. Pengujiann kuat tekan setelah pemeraman dan sebelum pembakaran sebanyak 5 sampel untuk masing-masing campuran.
10. Pengujian kuat tekan dan daya serap air setelah pemeraman dan pembakaran sebanyak 5 dan 3 sampel pada masing-masing campuran.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh kapur yang digunakan pada proses pembuatan *paving block*.
2. Untuk mengetahui apakah *paving block* dengan campuran tanah dan kapur dengan berbagai variasi dapat memenuhi mutu yang disyaratkan.
3. Untuk mengetahui karakteristik *paving block* campuran tanah dan kapur tanpa pembakaran dan dengan pembakaran dilihat dari nilai kuat tekan dan daya serap air.

E. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh campuran kapur sehingga dihasilkan produk *paving block* dengan mutu yang lebih baik dan memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat sebagai salah satu sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan sehingga menambah wawasan khususnya pada pembuatan *paving block*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Paving Block*

1. Pengertian *Paving Block*

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut (SNI 03-0691-1996).

Paving block memiliki nilai estetika yang bagus, karena selain memiliki bentuk segiempat ataupun segibanyak dapat pula berwarna seperti aslinya ataupun diberikan zat pewarna dalam komposisi pembuatan.

2. Klasifikasi *Paving Block*

Dari klasifikasi *paving block* ini didasarkan pada SNI-03-0691-1996, adalah:

- a. Bata beton mutu A digunakan untuk jalan.
- b. Bata beton mutu B digunakan untuk peralatan parkir.
- c. Bata beton mutu C digunakan untuk pejalan kaki.
- d. Bata beton mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

3. Syarat Mutu *Paving Block*

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan mutu *paving block* dimana harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Sifat tampak

Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

b. Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal 60 mm dengan toleransi + 8%.

c. Sifat Fisika

Bata beton untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisika seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Kekuatan Fisik *Paving block*

Mutu	Kuat tekan (kg/cm ²)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks
	Rata-rata	min	Rata-rata	min	(%)
A	400	350	0,090	0,103	3
B	200	170	0,130	0,149	6
C	150	125	0,160	0,184	8
D	100	85	0,219	0,251	10

Sumber: SNI 03-0691-1996

- d. Ketahanan terhadap natrium sulfat

Bata beton apabila diuji tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1%.

4. Keuntungan Penggunaan *Paving Block*

Penggunaan *paving block* mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Dapat diproduksi secara massal.
- b. Dapat diaplikasikan pada pembangunan jalan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus.
- c. Pada kondisi pembebanan yang normal (sesuai dengan kualitas jalan dan kendaraan yang melalui), *paving block* dapat digunakan dengan aman, awet dan *paving block* tidak mudah rusak.
- d. *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton.
- e. Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.
- f. Adanya pori-pori pada *paving block* meminimalisasi aliran air pada permukaan dan memperbanyak *infiltrasi* dalam tanah.
- g. *Paving block* memiliki nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah
- h. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah, karena jika dikemudian hari terjadi kerusakan cukup hanya pada bagian yang rusak tersebut yang diganti.

B. Tanah

1. Pengertian Tanah

Tanah adalah himpunaan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 2010).

Tanah dapat didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh karbonat dan oksida yang tersenyawa diantara partikel-partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik. Bila hasil dari pelapukan tersebut berada pada tempat semula maka bagian ini disebut sebagai tanah sisa (*residu soil*). Hasil pelapukan terangkut ke tempat lain dan mengendap di beberapa tempat yang berlainan disebut tanah bawaan (*transportation soil*). Media pengangkut tanah berupa gravitasi, angin, air, dan gletsyer. Pada saat akan berpindah tempat, ukuran dan bentuk partikel-partikel dapat berubah dan terbagi dalam beberapa rentang ukuran.

2. Klasifikasi Tanah

Pada sistem klasifikasi tanah yaitu pengelompokkan tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah pada kondisi fisis tertentu. Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan diantaranya yaitu sebagai berikut:

a. Sistem *Unified* (*Unified Soil Classification System / USCS*)

Pada sistem ini dapat dibagi menjadi 2 kelompok besar yaitu:

1. Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan no. 200. Sifat teknis tanah ini ditentukan oleh ukuran butir dan gradasi butiran. Tanah bergradasi baik/seimbang memberikan kepadatan yang lebih baik dari pada tanah yang berbutir seragam.
2. Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan no. 200. Tanah ini ditentukan oleh sifat plastisitas tanah, sehingga pengelompokan berdasar plastisitas dan ukuran butir.

Menurut Bowles (1991), kelompok-kelompok tanah utama sistem klasifikasi *Unified* dapat dilihat pada Tabel 2, berikut ini:

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

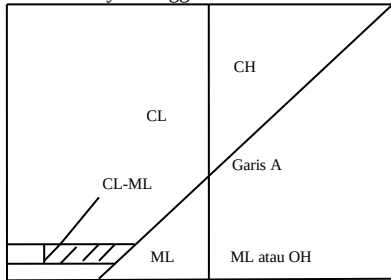
Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	WL<50%	L
Organik	O	WL>50%	H
Gambut	Pt		

Keterangan :

- G = Untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*)
- S = Untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*)
- M = Untuk lanau inorganik (*inorganic silt*)
- C = Untuk lempung inorganik (*inorganic clay*)
- O = Untuk lanau dan lempung organik
- Pt = Untuk gambut (*peat*) dan tanah dengan kandungan organik tinggi

- W = Untuk gradasi baik (*well graded*)
- P = Gradasi buruk (*poorly graded*)
- L = Plastisitas rendah (*low plasticity*)
- H = Plastisitas tinggi (*high plasticity*)

Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Divisi Utama			Simbol	Nama Umum		Kriteria Klasifikasi			
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar T tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus ; Kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol doble	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3			
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW			
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai doble simbol		
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$			
	Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik , pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus					
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai doble simbol		
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$			
		Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$	ML		Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol. 		
				CL		Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (<i>lean clays</i>)			
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah								
Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	MH		Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis						
	CH		Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (<i>fat clays</i>)						
	OH		Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi						
	Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488				
Sumber : Hary Christady, 2010									

Sumber : Hary Christady, 2010.

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*).

Secara garis besar sistem klasifikasi ini didasarkan pada :

1. Ukuran butiran ; kerikil adalah bagian tanah yang lolos saringan diameter 75 mm dan tertahan saringan No.200; pasir adalah tanah yang lolos saringan No. 10 dan tertahan No. 200; Lanau dan lempung adalah tanah yang lolos saringan No. 200.
2. Plastisitas, tanah berlanau mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Sedangkan tanah berlempung indeks plastisnya sebesar 11 atau lebih.
3. Bila dalam contoh tanah yang akan diklasifikasikan terdapat batuan yang ukurannya lebih besar dari 75 mm, maka batuan tersebut harus dikeluarkan dahulu tetapi persentasenya harus tetap dicatat.

Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi Kelompok	A1		A3	A2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 41
Tipe mineral yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Pennilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-4		A-5		A-6		A-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36		Min 36		Min 36		Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10		Min 41 Maks 10		Maks 40 Min 11		Min 41 Min 11
Tipe mineral yang paling dominan	Tanah Berlanau				Tanah Berlempung		
Pennilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Sumber: Hary Christady, 2010.

Berdasarkan sifat tanahnya dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar yaitu:

1. Kelompok tanah berbutir kasar (<35% lolos saringan no.200)

Tabel 2.5 Tanah Berbutir Kasar

Kode	Karakteristik Tanah
A-1	Tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butir halus, dengan atau tanpa sifat plastis.
A-2	Terdiri dari pasir halus dengan sedikit sekali butir halus lolos saringan no.200 dan tidak plastis.
A-3	Kelompok batas tanah berbutir kasar dan halus dan merupakan campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir halus cukup banyak (<35%),

2. Kelompok tanah berbutir halus (>35% lolos saringan no.200)

Tabel 2.6 Tanah Berbutir Halus

Kode	Karakteristik Tanah
A-4	Tanah lanau dengan sifat plastisitas rendah
A-5	Tanah lanau yang mengandung lebih banyak butir-butir plastis, sehingga sifat plastisnya lebih besar dari A-4.
A-6	Tanah lempung yang masih mengandung butiran pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahan volumenya cukup besar.

A-7	Tanah lempung yang lebih bersifat plastis dan mempunyai sifat perubahan yang cukup besar.
-----	---

Adapun sistem klasifikasi AASHTO ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut:

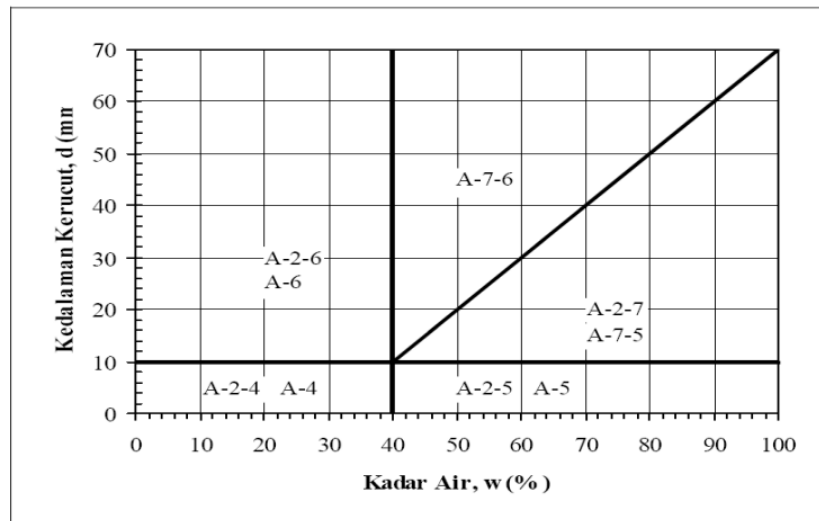
1. Ukuran Butir

Tabel 2.7 Ukuran Butir Sistem Klasifikasi AASHTO

Kerikil	Tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3in) dan yang tertahan pada ayakan no.10 (2mm).
Pasir	Tanah yang lolos ayakan no 10 (2mm) dan yang tertahan pada ayakan no.200 (0,075mm).
Lanau dan lempung	Tanah yang lolos ayakan no. 200 (0,075 mm).

2. Plastisitas

Merupakan kemampuan tanah yang dapat menyesuaikan bentuk pada volume konstan tanpa retak-retak ataupun remuk. Hal itu bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Lanau dipakai apabila bagian-bagian halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang, sedangkan lempung dipakai jika bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisnya sebesar 11 atau lebih.



Gambar 2.1 Nilai-Nilai Batas *Atterberg* untuk Subkelompok Tanah

C. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang bersifat *multi component*, dimana tanah lempung terdiri dari tiga fase yaitu padat, cair, dan udara. Bagian yang padat merupakan *polyamorphous* yang mana pada bagian ini terdiri dari mineral inorganis dan organis.

Menurut Terzaghi (1987) tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran *mikrokonis* sampai dengan sub *mikrokonis* yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. *Permeabilitas* lempung sangat rendah, bersifat *plastis* pada kadar air sedang. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut “gumbo”. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (*kohesif*) dan sangat lunak.

Bowles (1991) mendefinisikan tanah lempung sebagai deposit yang mempunyai partikel berukuran lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dalam jumlah lebih dari 50 %.

Hardiyatmo (2010) Mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, *permeabilitas* rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat *kohesif*, kadar kembang susut yang tinggi dan proses *konsolidasi* lambat. Dengan adanya pengetahuan mengenai mineral tanah tersebut, pemahaman mengenai perilaku tanah lempung dapat diamati.

1. Karakteristik Fisik Tanah Lempung Lunak

Menurut Bowles (1991), mineral-mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat:

a. Hidrasi

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan *negatif* sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air yang disebut sebagai air *teradsorpsi*. Lapisan ini pada umumnya mempunyai tebal dua molekul karena itu disebut sebagai lapisan *difusi* ganda atau lapisan ganda. Lapisan *difusi* ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation disekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 600 sampai 1000C dan akan mengurangi *plastisitas* alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

b. Pengaruh Zat Cair

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. Pada pengujian di laboratorium untuk batas *Atterberg*, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi.

Air yang berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negative pada ujung yang berbeda (dipolar). Fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti *karbon tetraklorida* (CCl_4) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

2. Struktur Komposisi Mineral Lempung

Jenis-jenis tanah liat menurut susunan mineralnya :

a. Lempung *Kaolinit*

Susunan kimianya adalah $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ disebut juga mineral kaolin. Lempung ini berwarna putih bila kadar besinya rendah.

b. Lempung *Monmorilonit*

Berwarna kelabu sampai hijau, bila basah bersifat sangat plastis dan mudah mengembang, bila kering keras dan mudah hancur. Karena sifatnya yang mudah mengembang, serta sifat susut kering yang tinggi maka lempung jenis ini, dalam bidang keramik jarang dipakai.

c. Lempung *Illite*

Lempung ini mengandung *illite* yaitu sejenis kristal hidromika yang mempunyai sifat susut muainya rendah.

d. Lempung *klorit*

Bentuk kristalnya *monoklin*, warna khas hijau dan berkilap kaca hingga pudar seperti tanah. Bersifat susut bakar rendah sehingga baik untuk bahan keramik maka dapat diasumsikan bahwa jenis ini juga bagus untuk *paving block*.

D. Kapur

Kapur adalah sebuah benda putih dan halus terbuat dari batu sedimen, membentuk bebatuan yang terdiri dari mineral kalsium. Adanya unsur Ca^+ pada kapur dapat memberikan ikatan antar partikel yang lebih besar yang melawan sifat mengembang dari tanah. Kapur untuk bahan bangunan dibagi dalam 2 macam berdasarkan penggunaan yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut terdapat dalam kapur tohor, maupun kapur padam (SNI 03-2097-1991).

Disamping itu, kapur dapat diklasifikasikan dalam jenis-jenis kapur sebagai berikut:

1. Kapur tohor yaitu hasil pembakaran batu alam yang komposisinya adalah sebagian besar *kalsium karbonat* pada suhu sedemikian tinggi, sehingga jika diberi air dapat terpadamkan (dapat bersenyawa dengan air membentuk hidrat).

2. Kapur padam yaitu hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat.
3. Kapur udara yaitu kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu hanya dapat mengeras di udara kerana pengikatan *karbon dioksida* (CO_2).
4. Kapur *hidrolis* yaitu kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu dapat mengeras, baik di dalam air aupun di udara.
5. Kapur magnesa yaitu kapur yang mengandung lebih dari 5% *magnesiumoksida* (MgO), dihitung dari contoh kapur yang dipijarkan.

Kapur juga dapat disebut dengan semen non *hidrolik* karena fungsinya hampir sama dengan semen tetapi kapur tidak dapat mengikat dan mengeras dalam air.

Sifat-sifat kapur sebagai bahan bangunan (bahan ikat) yaitu:

- a. Mempunyai sifat *plastis* yang baik (tidak getas)
- b. Sebagai *mortel*, memberi kekuatan pada tembok.
- c. Dapat mengeras dengan cepat dan mudah.
- d. Mudah dikerjakan.
- e. Mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau bata.

Sejauh ini kapur dimanfaatkan sebagai bahan bangunan diantaranya untuk pekerjaan plester dan pembuatan semen, sebagai bahan pengikat beton, sebagai batuan dan juga sebagai pemutih.

E. Air

Air diperlukan pada pembuatan *paving block* untuk memicu proses kimiawi kapur, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan *paving block*. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar, air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan, yaitu:

1. Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, bahan padat, sulfat, klorida dan bahan lainnya yang dapat merusak beton. Sebaiknya digunakan air yang dapat diminum.
2. Air yang keruh sebelum digunakan harus diendapkan selama minimal 24 jam atau jika bisa, disaring terlebih dahulu.

G. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Lutfiah, S. (2013), yang berjudul “Studi Kekuatan *Paving Block* Pasca Pembakaran Menggunakan Tanah dan Kapur Serta Abu Sekam Padi untuk Jalan Lingkungan”. Adapun komposisi dari campuran *paving block* tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.8 Komposisi Campuran *Paving Block* Tanah, Kapur, dan Abu Sekam Padi

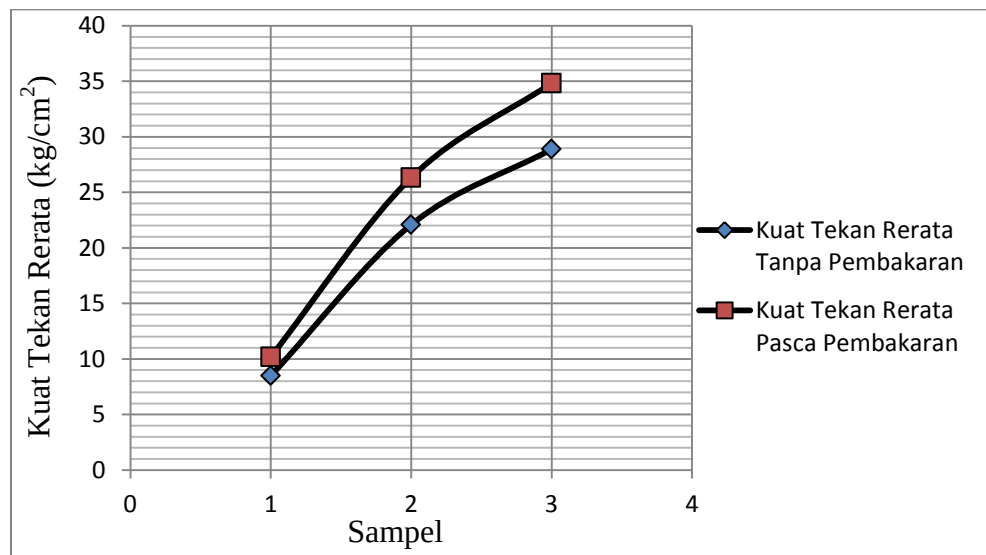
Campuran	Komposisi
1	3% kapur + 3% abu sekam padi + 94% tanah
2	4% kapur + 4% abu sekam padi + 92% tanah
3	5% kapur + 5% abu sekam padi + 90% tanah

Dengan hasil nilai kuat tekan *paving block* campuran tanah dan kapur tanpa pembakaran adalah sebagai berikut:

Tabel 2.9 Kuat Tekan *Paving Block* Rata-Rata Campuran Tanah, Kapur, dan Abu Sekam Padi Tanpa Pembakaran

Campuran	Kuat Tekan Rerata	
	Tanpa Pembakaran (kg/cm ²)	Pasca Pembakaran (kg/cm ²)
1	8,49	10,19
2	22,09	26,33
3	28,88	34,83

Hubungan antara variasi campuran dengan nilai kuat tekan rata-rata tiap perlakuan disajikan dalam grafik dibawah ini:

Gambar 2.2 Grafik Nilai Kuat Tekan *Paving Block*

Dapat dilihat dari grafik bahwa perbandingan nilai kuat tekan tiap perlakuan diatas yang dihasilkan oleh *paving block* tanpa pembakaran maupun *paving block* pasca bakar mengalami peningkatan seiring meningkatnya persentase kandungan kapur dan abu sekam padi.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Permata, O. (2013), yang berjudul “Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kekuatan *Paving Block* Pasca Pembakaran Menggunakan Material Tanah Dan Kapur untuk Jalan Lingkungan”. Adapun komposisi dari campuran *paving block* tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.10 Komposisi Campuran *Paving Block* Tanah dan Kapur

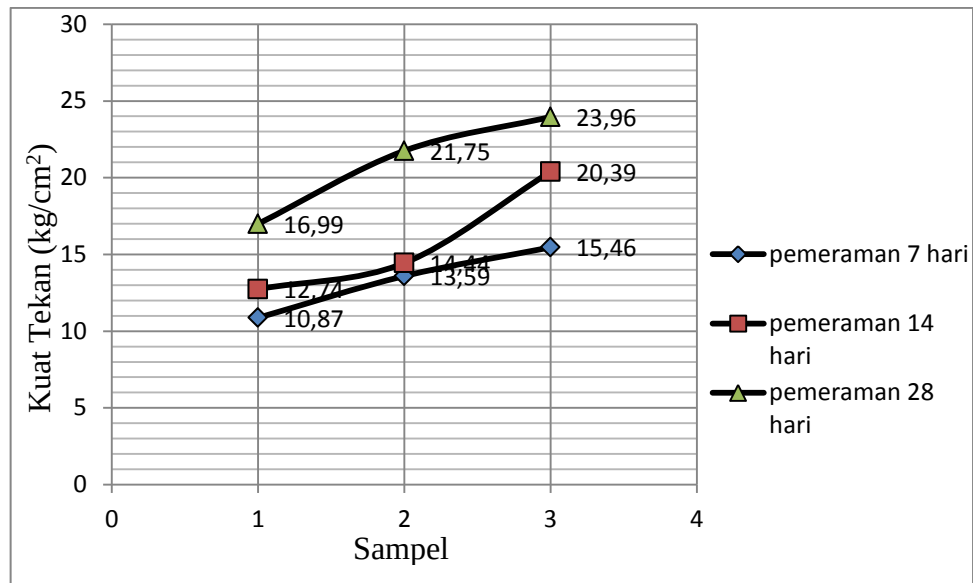
Campuran	Komposisi
1	6% kapur + 94% tanah
2	8% kapur + 92% tanah
3	10% kapur + 90% tanah

Dengan hasil nilai kuat tekan *paving block* campuran tanah dan kapur tanpa pembakaran adalah sebagai berikut:

Tabel 2.11 Kuat Tekan *Paving Block* Rata-Rata Campuran Tanah dan Kapur Tanpa Pembakaran

Campuran	Kuat Tekan Rata-Rata		
	7 hari (kg/cm ²)	14 hari (kg/cm ²)	28 hari (kg/cm ²)
1	10,87	12,74	16,99
2	13,59	14,44	21,75
3	15,46	20,39	23,96

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai kuat tekan *paving block* dengan waktu pemeraman yang bervariasi, secara lebih jelas dapat dilihat pada grafik berikut:



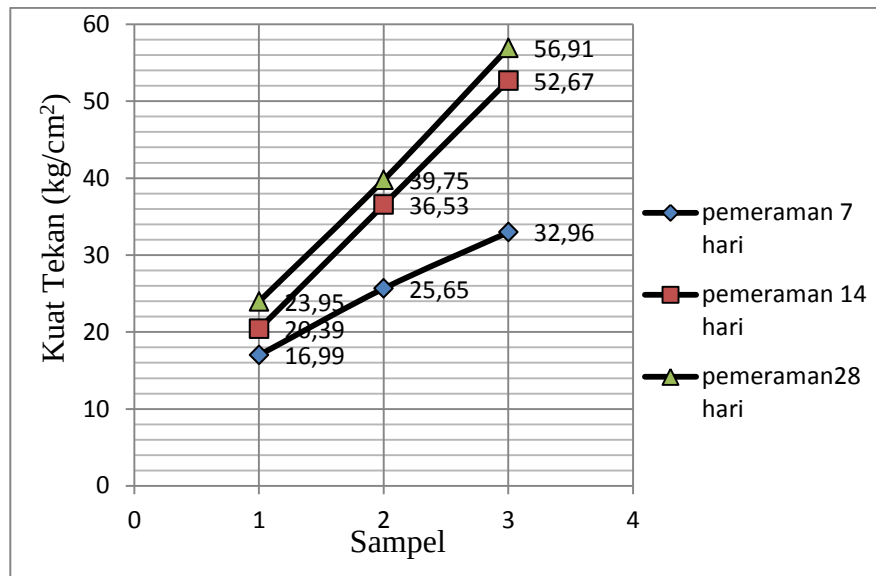
Gambar 2.3 Grafik Nilai Kuat Tekan *Paving Block* Tanpa Pembakaran

Dan nilai kuat tekan paving block campuran tanah dan kapur pasca pembakaran dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2.12 Kuat Tekan *Paving Block* Rata-Rata Campuran Tanah dan Kapur Pasca Pembakaran

Campuran	Kuat Tekan Rata-Rata		
	7 hari (kg/cm ²)	14 hari (kg/cm ²)	28 hari (kg/cm ²)
1	16,99	20,39	23,95
2	25,65	36,53	39,75
3	32,96	52,67	56,91

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai kuat tekan *paving block* dengan waktu pemeraman yang bervariasi, secara lebih jelas dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 2.4 Grafik Nilai Kuat Tekan *Paving Block* Pasca Pembakaran

Nilai kuat tekan tertinggi yang dihasilkan oleh *paving block* campuran tanah dan kapur berada pada campuran 3 dengan kadar kapur 10% dengan masa pemeraman 28 hari dan terendah berada pada campuran 1 dengan kadar kapur 6% dengan masa pemeraman 7 hari. Nilai kuat tekan meningkat seiring dengan penambahan kadar kapur, penambahan masa pemeraman, dan terjadi proses pembakaran.

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Pada penelitian *paving block* campuran tanah dan kapur ini digunakan bahan-bahan sebagai berikut:

1. Sampel tanah yang digunakan berupa tanah yang berasal dari pabrik pembuatan batu bata yang berada di Kota Baru, Lampung Selatan.
2. Kapur yang digunakan adalah kapur biasa yang digunakan untuk bangunan.

B. Metode Pengambilan Sampel

1. Tanah Lempung

Sampel tanah yang digunakan berupa tanah lempung yang merupakan bahan utama pembuatan *paving block* sebagai bahan pengganti pasir. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengambilan langsung sampel tanah yang berada di pabrik batu bata Kota Baru, Lampung Selatan. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara penggalian dengan menggunakan cangkul kemudian dimasukkan ke dalam karung.

Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal.

2. Kapur

Kapur yang digunakan adalah kapur yang digunakan untuk bangunan yang diperoleh dari toko-toko bangunan. Kapur digunakan sebagai bahan tambahan sebagai pengganti semen. Kapur yang digunakan berupa kapur padat yang dihaluskan dengan cara dihamparkan atau diangin-anginkan.

C. Metode Pembuatan Sampel dengan Campuran Tanah dan Kapur

Metode pencampuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut:

1. Tanah yang diambil dari pabrik pembuatan batu bata Kota Baru, Lampung Selatan diayak dengan saringan no. 4.
2. Setelah itu kapur dicampur dengan sampel tanah yang lolos saringan no. 4 dengan variasi persentase kapur + tanah + air masing-masing sebanyak 5 sampel dengan kadar campuran yang berbeda-beda.
3. Pencampuran sampel dengan cara mengaduk tanah dan kapur yang dicampur dalam wadah dengan memberi penambahan air, dengan variasi campuran tanah dan kapur sebagai berikut:

Tabel 3.1 Komposisi Campuran *Paving Block* Tanah dan Kapur

campuran	Komposisi
1	0% kapur + 100% tanah
2	5% kapur + 95% tanah
3	10% kapur + 90% tanah
4	15% kapur + 85% tanah
5	20% kapur + 80% tanah

Komposisi ini dipilih karena pada penelitian terdahulu sudah ada yang menggunakan kadar campuran kapur sebanyak 6%, 8% dan 10%. Dengan penambahan kapur yang berbeda diharapkan dapat menambah variasi dan pengetahuan tentang kuat tekan *paving block*.

4. Tanah yang sudah tercampur kapur dan air siap untuk dicetak di alat pemadat modifikasi dengan sampel yang dibakar maupun tidak dibakar masing-masing sebanyak 5 sampel untuk setiap variasi campuran, dan masing-masing 3 sampel untuk pengujian daya serap air. Sebelum dilakukan pembakaran, dilakukan pemeraman terlebih dahulu selama 14 hari, dan selanjutnya dilakukan pembakaran selama 48 jam.

D. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengujian sifat fisik tanah antara lain:

- a. Pengujian Kadar Air

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah yaitu perbandingan antara berat air dengan berat tanah kering.

Prosedur pengerjaannya berdasarkan ASTM D-2216, yaitu :

- 1) Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbangnya.
- 2) Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110° C selama 24 jam.

- 3) Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung persentase kadar air.

b. Pengujian Berat Jenis

Tujuan dari pengujian nilai berat jenis tanah ialah untuk mengetahui kerapatan massa butiran atau partikel dari tanah. Prosedur pengerjaannya berdasarkan ASTM D-854, yaitu :

- 1) Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60° C sampai dapat digemburkan atau dengan pengeringan matahari.
- 2) Mendinginkan tanah dengan desikator lalu menyaring dengan saringan No. 200 dan apabila tanah menggumpal ditumbuk lebih dahulu.
- 3) Mencuci labu ukur dengan air suling dan mengeringkannya.
- 4) Menimbang labu tersebut dalam keadaan kosong.
- 5) Mengambil sampel tanah antara 25 – 30 gram.
- 6) Memasukkan sampel tanah kedalam labu ukur dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- 7) Mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalam butiran tanah dengan menggunakan pompa vakum.
- 8) Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya dalam temperatur tertentu.

c. Pengujian Batas *Atterberg*

Batas konsistensi tanah atau biasa disebut *Atterberg Limit* merupakan hal yang selalu dilakukan pada saat penyelidikan tanah. Tujuan pengujian ini adalah untuk memberikan gambaran secara

garis besar akan sifat-sifat tanah yang di uji. Tanah yang batas cairnya tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk seperti daya dukung rendah, kompresibilitasnya tinggi sehingga sulit dalam hal pemadatannya. Berikut batas-batas konsistensi tersebut:

1) Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis.

Prosedur kerja berdasarkan ASTM D-4318, yaitu :

- a) Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan no. 40.
- b) Mengatur tinggi jatuh mangkuk *cassagrande* setinggi 10 mm.
- c) Mengambil sampel tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 150 gram, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk *casagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
- d) Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk *cassagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
- e) Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10 – 40 kali.
- f) Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja

yang sama untuk benda uji dengan keadaan adonan benda uji yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

2) Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan semi padat. Prosedur kerja berdasarkan ASTM D-4318 :

- a) Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan no. 40.
- b) Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.
- c) Memasukkan benda uji ke dalam *container* kemudian ditimbang.
- d) Menentukan kadar air benda uji.

d. Pengujian Analisa Saringan

Tujuan pengujian analisa saringan ini adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 ($\emptyset$ 0,075 mm). Bahan:

Prosedur kerja berdasarkan ASTM D 422-63:

- 1) Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram dan memeriksa kadar airnya.

2) Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.

3) Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.

e. Pengujian Pemadatan Tanah

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan yaitu dengan mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah. Prosedur kerja berdasarkan ASTM D 698-78.

f. Pengujian Hidrometri

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan No.10. pemeriksaan dilakukan dengan analisa sedimen dengan hidrometer, sedangkan ukuran butir-butir yang tertahan saringan No.200 dilakukan dengan menggunakan saringan.

2. Pengujian Kuat Tekan dan Daya Serap Air

a. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada *paving block* adalah untuk mendapatkan besarnya beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh *paving block*. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji tanpa pembakaran serta benda uji setelah melalui proses pembakaran. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan sampel pada alat uji

dimana dibawah dan diatas benda uji diletakkan pelat baja kemudian mengoperasikan mesin desak dan dicatat gaya tekan maksimumnya.

Kuat tekan *paving block* dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L}$$

Dimana:

P = beban (kg)

L = Luas bidang tekan (cm²)

b. Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan pada benda uji yang telah melalui proses pembakaran untuk tiap-tiap campuran. Besar kecilnya penyerapan air pada benda uji sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam benda uji maka akan semakin besar pula penyerapan airnya sehingga ketahanannya akan berkurang.

Daya serap air dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{daya serap air (\%)} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\%$$

Dimana:

mb = massa basah benda uji (gr)

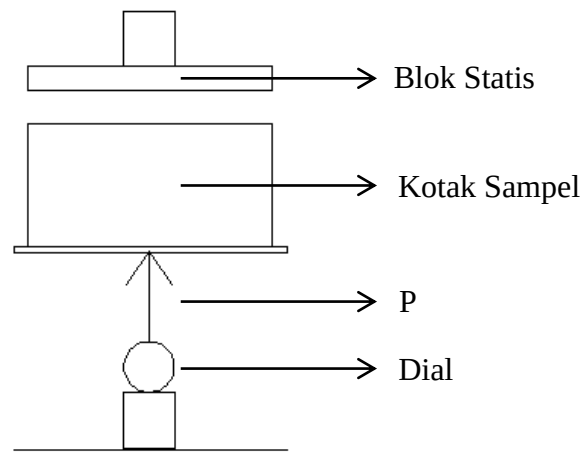
mk = massa kering benda uji (gr)

E. Alat Pemadat Modifikasi

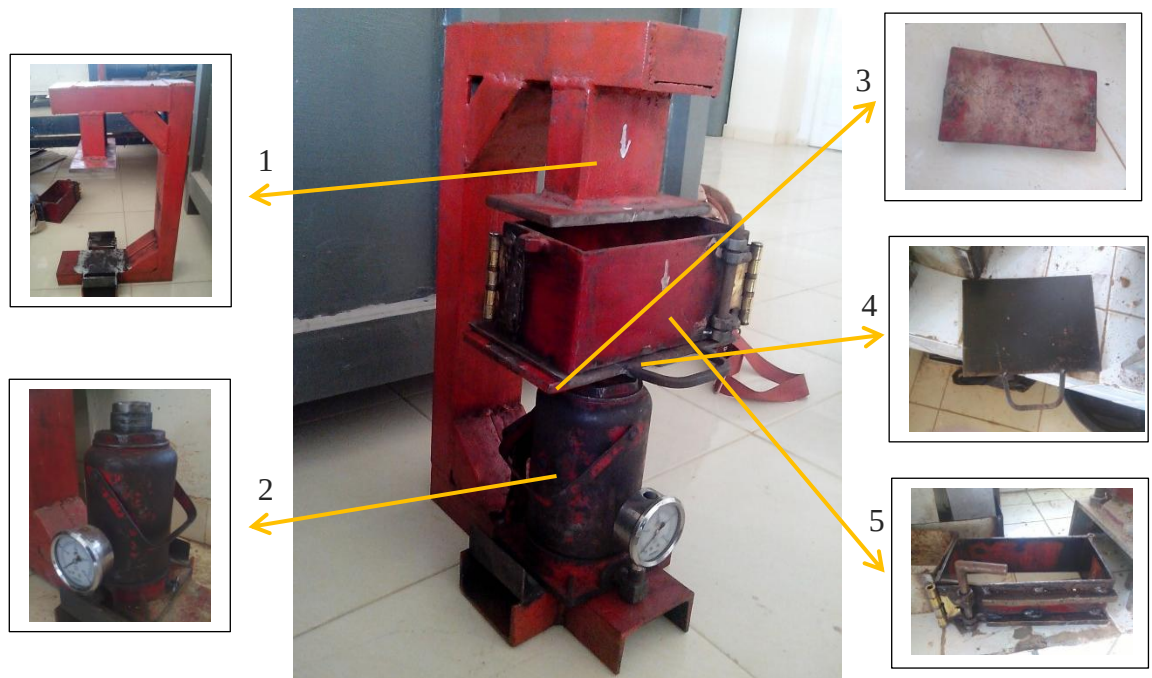
Membuat *paving block* tentu memerlukan beberapa alat, baik peralatan modern maupun tradisional. Alat pembuat *paving block* bisa dibedakan dengan jenisnya yaitu mesin otomatis, semi otomatis dan manual yang pengerjaannya masih menggunakan tangan manusia.

Dalam pembuatan *paving block*, para pengrajin *paving block* masih banyak menghadapi kendala. Kendala tersebut antara lain tidak mengetahui secara detail tekanan press yang di berikan pada *paving block* tersebut. Pada penelitian ini *paving block* dibuat dengan diberi tekanan pada saat pencetakan guna mendapatkan kuat tekan yang optimal menggunakan alat pemadat modifikasi. Alat pemadat modifikasi ini berfungsi sebagai alat pencetak *paving block* sekaligus memberikan tekanan dalam pembuatannya.

Alat ini dibuat dengan memodifikasi sebuah dongkrak yang diharapkan dengan tekanan yang maksimal dapat menghasilkan kuat tekan *paving block* yang tinggi. Alat pemadat modifikasi ini menggunakan sistem hidrolik secara manual menggunakan dial untuk mengukur tekanan yang diberikan pada saat pembuatan *paving block* agar tekanan yang diberikan konstan. Alat cetak *paving block* ini mampu mencetak model *paving block* dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tebal 6 cm. Cara kerja alat pemadat modifikasi dapat dilihat dari sketsa berikut ini:



Gambar 3.1 Sketsa Alat Pemadat Modifikasi



Gambar 3.2 Alat Pemadat Modifikasi

Penggunaan alat pemadat modifikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Siapkan alat-alat yang diperlukan;
2. Letakkan alat (1) pada tempat yang sudah disediakan;
3. Letakkan dongkrak yang sudah dilengkapi dengan dial (2) diatas alat (1);

4. Letakkan alas (3) diatas dongkrak yang digunakan sebagai penyangga cetakan;
5. Lalu letakkan pelat besi (4) sebagai alas cetakan;
6. Tahap terakhir adalah pemasangan cetakan dengan ukuran (20x10x6) cm.

F. Urutan Prosedur Penelitian

Adapun urutan dari prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

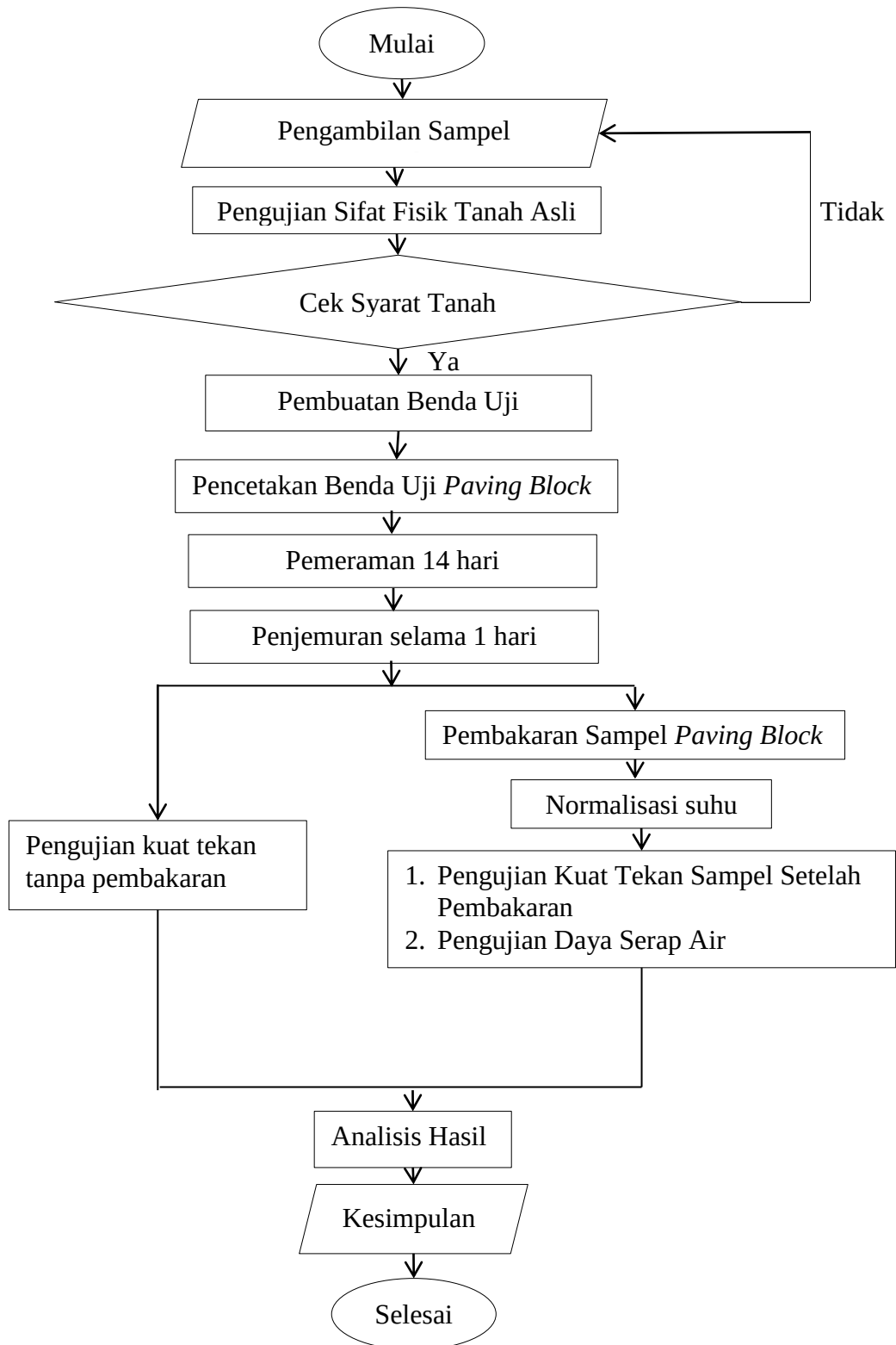
1. Melakukan pengujian tanah asli untuk mendapat karakteristik dari tanah sampel seperti uji kadar air, analisa saringan, berat jenis, batas *atterberg*, uji pemadatan tanah, dan uji hidrometri.
2. Dari hasil pengujian percobaan analisis saringan dan batas *atterberg* untuk tanah asli digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO.
3. Dari hasil pengujian pemadatan tanah diperoleh nilai kadar air optimum untuk pencampuran sampel.
4. Melakukan pencampuran dan pencetakan. Berikut ini jumlah sampel yang dibuat sebanyak :
 - a. Sampel untuk uji kuat tekan tanpa pembakaran masing-masing dibuat 5 sampel.
 - b. Sampel untuk uji kuat tekan pasca pembakaran masing-masing dibuat 5 sampel.
 - c. Sampel untuk uji daya serap air masing-masing dibuat 3 sampel.
5. Melakukan pemeraman sampel selama 14 hari.

6. Melakukan penjemuran sampel selama 1 hari.
7. Melakukan pengujian kuat tekan sebelum pembakaran untuk sampel (a).
8. Melakukan pembakaran selama 48 jam untuk sampel (b) dan (c).
9. Melakukan normalisasi suhu.
10. Melakukan pengujian kuat tekan untuk sampel (b).
11. Melakukan uji daya serap air untuk sampel (c).

G. Analisis Hasil Penelitian

Semua hasil yang didapat dari hasil penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari:

1. Hasil yang didapat dari pengujian sampel tanah asli ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO dan UCSC.
2. Analisis nilai kadar air optimum tiap-tiap campuran yang didapat dari uji pemadatan tanah.
3. Analisis pengaruh kadar pencampuran kapur terhadap kuat tekan *paving block* tanpa pembakaran.
4. Analisis pengaruh kadar pencampuran kapur terhadap kuat tekan *paving block* pasca pembakaran.
5. Analisis nilai daya serap air *paving block* tanah + kapur.
6. Dari seluruh analisis hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik.



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap *paving block* dengan campuran tanah dan kapur, maka diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan sistem klasifikasi AASTHO sampel tanah yang digunakan dalam pembuatan *paving block* termasuk dalam golongan A-6 yang berarti termasuk dalam golongan tanah berlempung. Sedangkan berdasarkan sistem klasifikasi USCS dikategorikan sebagai tanah berbutir halus dan masuk dalam kelompok CL yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang.
2. Nilai kuat tekan tertinggi yang dihasilkan oleh *paving block* campuran tanah dan kapur berada pada campuran 4 dengan kadar kapur 15%, namun terjadi penurunan kuat tekan pada kadar kapur 20%. Nilai kuat tekan meningkat seiring dengan penambahan kadar kapur, dan terjadi proses pembakaran. Penggunaan kapur pada kadar tertentu dapat meningkatkan kuat tekan *paving block*. Tetapi sebaliknya, semakin besar kadar kapur yang digunakan maka akan mengurangi kuat tekan *paving block* tersebut.

3. Nilai kuat tekan *paving block* dengan pembakaran yang tertinggi terjadi pada sampel 4 dengan nilai kuat tekan sebesar $93,27 \text{ kg/cm}^2$. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* campuran kapur dengan nilai kuat tekan sebesar $93,27 \text{ kg/cm}^2$ sudah memasuki dalam klasifikasi *paving block* mutu D yang digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya.
4. Daya serap air dengan kadar kapur 0% dengan tanah 100% mengalami kehancuran yang disebabkan proses sementasi yang kurang baik sehingga mudah ditembus air. Nilai daya serap air *paving block* tanah dengan kadar campuran kapur 5% - 20% tidak memenuhi spesifikasi daya serap untuk *paving block* SNI 03-0691-1996.
5. Kepadatan dalam proses pembuatan benda uji sangat mempengaruhi nilai kuat tekan yang dihasilkan. Hal ini dibuktikan bahwa masih banyak terdapat rongga udara dan air dalam *paving block* tanah yang menunjukkan kepadatan kurang maksimum.

B. Saran

Berdasarkan pelaksanaan dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian *paving block* campuran tanah dan kapur, terdapat beberapa saran yang perlu dipertimbangkan demi kelancaran penelitian selanjutnya:

1. Lakukan pra uji sebelum melakukan pengujian supaya memperkecil tingkat kesalahan.
2. Perlu adanya pengkajian lanjutan mengenai variasi persentase campuran antara tanah dan kapur dengan variasi yang lebih beragam untuk mengetahui sejauh mana kuat tekan yang dihasilkan *paving block* ini.

3. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui nilai kuat tekan pada *paving block* dengan dimensi $(6 \times 6 \times 6) \text{cm}^3$ sesuai standar SNI.
4. Untuk mengetahui tingkat kepadatan dari *paving block* ini perlu dikaji kembali mengenai alat pemadatan yang digunakan, baik menggunakan mesin press hidrolik ataupun dengan alat cetak *paving block* manual.
5. Perlunya perhatian saat proses mobilisasi sampel, baik saat di proses persiapan material di laboratorium, proses pencetakan benda uji, proses pembakaran dan proses pengujian benda uji di laboratorium, agar lebih berhati-hati dikarenakan benda uji yang mudah hancur.
6. Saat proses pencampuran harus dipastikan bahwa semua bahan telah tercampur dengan rata. Dan disarankan untuk menggunakan sarung tangan saat pencampuran tanah dengan kapur dikarenakan bahan kapur yang lama-kelamaan akan panas.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Bakhtiar. 2009. *Studi Peningkatan Mutu Paving-Block Dengan Penambahan Abu Sekam Padi*. Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe. Aceh.
- Anonim. 1991. Standar Nasional Indonesia 03-2097-1991, tentang *Kapur untuk Bahan Bangunan*. Dewan Standardisasi Nasional.
- Anonim. 1996. Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996, tentang *Bata Beton (Paving Block)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim. 2002. *Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Dasar Tanah Lunak (Panduan Geoteknik 1)*. Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah. Bandung.
- Bowles, Joseph E. Johan K. Helnim. 1998. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. PT. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. PT. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2003. *Mekanika Tanah 2*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Lutfiah, Sauti. 2013. *Studi Kekuatan Paving Block Pasca Pembakaran Menggunakan Tanah Dan Kapur Serta Abu Sekam Padi Untuk Jalan Lingkungan*. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Permata Sari, Onika. 2013. *Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kekuatan Paving Block Pasca Pembakaran Menggunakan Material Tanah Dan Kapur Untuk Jalan Lingkungan*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Universitas Lampung. 2012. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. UPT Percetakan Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Soehardjono, Agus dkk. 2013. *Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Sebagai Pengganti Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan dan Kemampuan Resapan Air Struktur Paving*. Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Malang.